

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-43062

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月16日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 5/04

5/24

5/24

6/00

6/00

// B 6 2 D 101:00

119:00

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-219036

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月31日

(31) 優先権主張番号 特願平9-154301

(32) 優先日 平9(1997) 5月29日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 恵田 広

群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式
会社内

(72) 発明者 川池 祐次

群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式
会社内

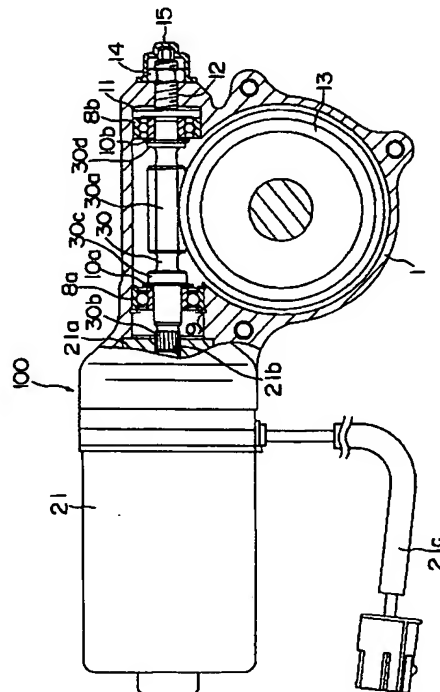
(74) 代理人 弁理士 井上 義雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 電動式パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 簡素な構成であるにも関わらず、叩き音を減少させることのできる電動式パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】 ウォーム30aとウォームホイール13の歯面同士が当接したときには、皿ばね10a、10b等を変形させることによりハウジング1に対して回転軸30を軸線方向に移動させるようになっているので、歯面同士の衝突を緩和し、それにより歯面の叩き音を減少させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ハウジングと、
前記ハウジングに取り付けられ、補助操舵力を回転軸に発生するモータと、
車輪を操舵する為に操舵力を伝達する出力軸と、
前記出力軸を回転自在に支持する軸受と、
前記回転軸に連結されたウォームと、前記出力軸に連結されたウォームホイールとを有し、前記モータの補助操舵力を前記出力軸に伝達するウォームギヤ機構とからなり、
前記回転軸及び前記ハウジングの内の少なくとも一方と、前記軸受との間に弾性体が設けられ、前記ウォームと前記ウォームホイールの歯面同士が当接したときには、前記弾性体を変形させることにより前記ハウジングに対して前記回転軸を軸線方向及び半径方向の少なくとも一方の方向に移動させるようになっている電動式パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電動式パワーステアリング装置に関し、特に歯車の騒音の低減を図ることのできる電動式パワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 車両の電動式パワーステアリング装置として、補助操舵トルクとなる電動モータの回転出力を歯車装置により減速して操舵機構の出力軸に伝達し、ステアリングホイールに印加された操舵力を補助して、車輪の操舵を行なうように構成したものが知られている。このような電動式パワーステアリング装置においては、ハウジング内に設けられた動力伝達機構を用いて、電動モータの回転を減速しつつ出力軸に動力を伝達している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、例えば動力伝達機構としてウォームギヤ機構を用いた電動式パワーステアリング装置においては、ウォームとウォームホイールの歯面間に適度なバックラッシュを設定する必要がある。即ち、かかるバックラッシュが小さすぎれば、噛合する歯同士が競り合いを起こし、作動トルクが重くなってハンドル戻りが悪くなる。

【0004】 これに対し、バックラッシュをある程度大きくすると、歯同士の競り合い等は生じなくなる。また、バックラッシュをある程度大きくしても、ウォームギヤ機構において一方向に動力が伝達されている場合には、特に大きな問題を生じさせることはない。ところが、電動式パワーステアリング装置においては、ステアリングホイールの操舵に応じて、あるいは車輪を介して路面から入力される振動等に基づき、動力の伝達方向が変わりうる。

【0005】 このように動力の伝達方向が変化すると、今まで当接していた歯面の裏側の歯面が、バックラッシ

ユ分だけ急に移動して、相手の歯面に衝撃し、比較的大きな叩き音が生ずる。かかる叩き音は、噛み合うギヤの材質、剛性によっても音質が変化し、またバックラッシュが大きいほど大きくなる傾向にある。特に鉄系のギヤ同士では、叩き音は耳障りな衝撃音となって、運転者に不快感を与えるものである。

【0006】 このような叩き音は、ウォーム及びウォームホイールの一方を樹脂製にすることにより、ある程度低減させることができるが、完全に消し去ることはできず、またその場合にも低周波のこもり音が生ずる恐れもある。

【0007】 一方、ウォーム及びウォームホイールの歯面間のバックラッシュを小さくすれば、かかる叩き音を低減できるが、バックラッシュを小さくすると上述の問題の他、ウォーム及びウォームホイールの加工精度を相当向上させねばならずコストが増大する。

【0008】 そこで本願発明は、かかる問題点に鑑み、簡素な構成であるにも関わらず、叩き音を減少させることのできる電動式パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成すべく、本願発明の電動式パワーステアリング装置は、ハウジングと、前記ハウジングに取り付けられ、補助操舵力を回転軸に発生するモータと、車輪を操舵する為に操舵力を伝達する出力軸と、前記出力軸を回転自在に支持する軸受と、前記回転軸に連結されたウォームと、前記出力軸に連結されたウォームホイールとを有し、前記モータの補助操舵力を前記出力軸に伝達するウォームギヤ機構とからなり、前記回転軸及び前記ハウジングの内の少なくとも一方と、前記軸受との間に弾性体が設けられ、前記ウォームと前記ウォームホイールの歯面同士が当接したときには、前記弾性体を変形させることにより前記ハウジングに対して前記回転軸を軸線方向及び半径方向の少なくとも一方の方向に移動させるようになっている。

【0010】

【作用】 本願発明の電動式パワーステアリング装置によれば、前記ウォームと前記ウォームホイールの歯面同士が当接したときには、前記弾性体を変形させることにより前記ハウジングに対して前記回転軸を軸線方向及び半径方向の少なくとも一方の方向に移動させるようになっているので、歯面同士の衝突を緩和し、それにより歯面の叩き音を減少させることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】 以下、本願発明による実施の形態を図面を参照して以下に詳細に説明する。図1は、本願発明の第1の実施の形態である電動式パワーステアリング装置100の一部断面図である。

【0012】 図1において、電動式パワーステアリング装置100は、水平に延在するチューブ101と、チュ

ープ101の左端に配置されたハウジング1とを有している。チューブ101は、ブラケット101aにより不図示の車体に固定されている。

【0013】ハウジング1内を、不図示のステアリングホイールに連結された入力軸2が右方から延在し、チューブ101内で不図示のトーションバーを介して出力軸3の右端（不図示）に連結されている。出力軸3の左端は不図示の操舵機構に連結されている。出力軸3の中央は、2つの軸受4a、4bにより回転自在に支持されている。軸受4a、4bの外輪は、軸受ホルダ5により支持されており、軸受ホルダ5は、ボルト7によりハウジング1に対して固定されている。なお、軸受4aの内輪を押さえるべく、ロックナット6が出力軸3に螺合取り付けられている。

【0014】出力軸3の右端（不図示）近傍の外周には、樹脂製のウォームホイール13が固着されている。

【0015】ウォームホイール13はウォーム30aと噛合しており、ウォーム30aは、ハウジング1に固定された電動モータ21の回転子21a（図2）に連結された回転軸30上に形成されている。この電動モータ21は、不図示のCPUに連結されているが、このCPUは、トルクセンサ（不図示）の出力や車速等の情報を入力し、所定の電力を電動モータ21に供給して適切な補助トルクを発生させるものである。

【0016】図2は、図1の電動式パワーステアリング装置100を、I-I線に沿って切断して矢印方向に見た図である。図2において、電力供給線21cにより駆動用電力を供給される電動モータ21の回転子21aには、その中央にセレーション孔21bが形成されている。一方、回転子21aと同軸に配置された回転軸30は、その左端にセレーション部30bを形成しており、セレーション孔21bにセレーション部30bを係合させることにより、回転軸30は、回転子21aに対して軸線方向に相対移動可能であるが、それと一体的に回転するようになっている。

【0017】回転軸30は、その中央にウォーム30aを形成している。更に、ウォーム30aの両側には、フランジ部30cと30dとを形成している。更に、左方のフランジ部30cの左方において、軸受8aが設けられ、ハウジング1に対して回転軸30を回転自在に支持している。一方、右方のフランジ部30dの右方において、軸受8bが設けられ、同様にハウジング1に対して回転軸30の右端を回転自在に支持している。

【0018】軸受8aの外輪は、その左方をハウジング1に取り付けられた止め環9に当接させている。一方、軸受8aの内輪とフランジ部30cとの間には、弾性体である一對の皿ばね10aが、互いに周縁をつきあわせるようにして配置されている。

【0019】軸受8bの右方において、環状の押さえ板11が配置され、押さえ板11は、ボルト部材12によ

り右方から押されて、その周縁を軸受8bの外輪に当接させている。ボルト部材12の抜け防止のため、ロックナット14が設けられており、更にその外方にはカバー部材15が設けられている。軸受8bの内輪とフランジ部30dとの間には、弾性体である一對の皿ばね10bが、互いに外周をつきあわせるようにして配置されている。

【0020】なお、皿ばね10a、10bは、ある程度撓んだ状態で軸受8a、8bとフランジ部30c、30dとの間に配置されているので、軸受8a、8bには所定の予圧が与えられ、それにより回転軸30は、軸線方向にガタがないように支持されている。更に、ウォーム30aからウォームホイール13に通常の操舵補助力が伝達された場合に、一方の皿ばねが撓んで回転軸30が一方方向に最大限移動しても、他方の皿ばねの撓みが残存するように、その撓み量が設定されている。

【0021】次に、本実施の形態の動作につき以下に説明する。車両が直進状態にあり、図示しないステアリングホイールを介して、入力軸2に操舵力が入力されていないとすると、不図示のトルクセンサは出力信号を発生せず、従って電動モータ21は補助操舵力を発生しない。

【0022】車両がカーブを曲がろうとするときに運転者が不図示のステアリングホイールを操舵すると、操舵力に応じてトーションバー（不図示）がねじれ入力軸2と出力軸3との間で相対回転が発生する。トルクセンサは、この相対回転の方向および量に応じて信号をCPU（不図示）に出力する。この信号に基づきCPUに制御され、電動モータ21は回転して補助操舵力を発生する。かかる電動モータ21の回転は、ウォームギヤ機構により減速されて出力軸3に伝達される。

【0023】ところで、車両の幅寄せ等を行う際にステアリングホイールを一方方向に切った後、直ちに逆方向に切るような場合があるが、かかる場合、動力伝達方向が急激に逆転し、バックラッシュ分だけ離隔しているウォーム30aとウォームホイール13の歯面同士が衝突する。また、走行時に車輪から伝わる振動により歯面同士が衝突する場合もある。しかるに、本実施の形態によれば、その歯面間に生ずる衝撃力を、皿ばね10a又は10bを更に撓ませて、回転軸30を軸線方向に移動させることにより緩和させ、それにより叩き音を低減させることができる。なお、電動モータ21の回転子21aと出力軸30との間はセレーション結合となっているので、出力軸30は回転子21aに対して軸線方向に相対移動可能となっている。

【0024】次に、本願発明による第2の実施の形態を図面を参照して説明する。図3は、本願発明の第2の実施の形態である電動式パワーステアリング装置200の、図2と同様な断面図である。なお、かかる第2の実施の形態については、図2に示す第1の実施の形態と異

なる点を中心に説明し、共通する部分については説明を省略する。

【0025】図3に示す第2の実施の形態が、第1の実施の形態と異なるのは、皿ばね110a、110bの取り付けられている位置である。即ち、図3においては、皿ばね110aは、止め環9と軸受8aの外輪との間に配置されている。一方、皿ばね110bは、押さえ板11と軸受8bの外輪との間に配置されている。その他の構成及び動作については、第1の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0026】次に、本願発明による第3の実施の形態を図面を参照して説明する。図4は、本願発明の第3の実施の形態である電動式パワーステアリング装置300の、図2と同様な断面図である。なお、かかる第3の実施の形態については、図2に示す第1の実施の形態と異なる点を中心に説明し、共通する部分については説明を省略する。

【0027】図4に示す第3の実施の形態が、第1の実施の形態と異なるのは、回転軸130の支持態様である。即ち、図4においては、回転軸130の左方端近傍が、直列する2つの軸受8a、8bによって支持されている。軸受8a、8bは、止め環9によりハウジング1に対して軸線方向移動不能に取り付けられている。軸受8a、8bの右方側には、フランジ部130cが形成され、一方その左方側には、外周溝130eが形成されている。

【0028】外周溝130eには、他方のフランジ部を形成するC字状クリップ130fが嵌着されている。一方、回転軸130の右方端130gの周囲には、滑り軸受1aが形成され、ハウジング1に対して出力軸130を軸線方向に相対移動可能かつ回転自在に支持している。

【0029】図4においては、1枚の皿ばね210aが、クリップ130fと軸受8aの内輪との間に配置されている。一方、1枚の皿ばね210bは、フランジ部130cと軸受8bの内輪との間に配置されている。その他の構成及び動作については、第1の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。本実施の形態によれば、上述した実施の形態に比較し、滑り軸受1aの周囲の構成をコンパクトにすることができ、それにより電動式パワーステアリング装置300の周囲における設計の自由度が高まる。

【0030】次に、本願発明による第4の実施の形態を図面を参照して説明する。図5は、本願発明の第4の実施の形態である電動式パワーステアリング装置400を示す図であり、図5(a)は、図2と同様なその断面図であり、図5(b)は、図5(a)のVB部分の拡大図であり、図5(c)は、図5(a)のVC部分の拡大図である。なお、かかる第4の実施の形態については、図2に示す第1の実施の形態と異なる点を中心に説明し、

共通する部分については説明を省略する。

【0031】図5に示す第4の実施の形態が、第1の実施の形態と異なるのは、弾性体の構成である。より具体的には、軸受8a及び軸受8bの内周と回転軸30の外周との間に、それぞれ弾性体であるブッシュ310、320が配置されている。

【0032】図5(b)、5(c)に示すように、ブッシュ310、320は、円筒部の一端に鐳状部を形成した平板からなる芯金311、321の内周側から鐳状部にわたって、ゴム312、322を溶着してなる。ブッシュ310、320は、その鐳状部側を回転軸30のフランジ部30c、30dに当接させるようにして取り付けられている。

【0033】上述したように、ウォーム30aとウォームホイール30の歯面同士が銜接するような場合でも、本実施の形態によれば、その歯面間に生ずる衝撃力を、ブッシュ310、320のゴム312、322を変形させて、回転軸30を軸線方向にわずかに移動させることにより緩和させ、それにより叩き音を低減させることができる。

【0034】次に、本願発明による第5の実施の形態を図面を参照して説明する。図6は、本願発明の第5の実施の形態である電動式パワーステアリング装置500を示す図であり、図6(a)は、図2と同様なその断面図であり、図6(b)は、図6(a)のVIB部分の拡大図であり、図6(c)は、図6(a)のVIC部分の拡大図である。一方、図7は、図6のブッシュの斜視図であり、外側のゴムの一部を切り欠いて示している。なお、かかる第5の実施の形態についても、図5に示す第4の実施の形態と異なる点を中心に説明し、共通する部分については説明を省略する。

【0035】図6に示す第5の実施の形態が、第4の実施の形態と異なるのは、ブッシュの構成である。より具体的には、図7に示すように、ブッシュ410は、一端に鐳状部を形成した円筒金属製の網状芯金411の内外周側から鐳状部にわたって、即ち全面にゴム412を溶着してなる。ゴム412は、網状芯金411の空隙に入り込んで網状芯金411と一体化し、それによりブッシュ410の剛性はより向上する。

【0036】ブッシュ410には、その全長にわたって軸線方向に切れ目410aが形成されている。かかる切れ目410aを設けることにより、ブッシュ410は拡張容易となり、それにより回転軸30への取付けがより容易となっている。ブッシュ420の構成も同様であるのでその説明を省略する。ブッシュ410、420も、その鐳状部側を回転軸30のフランジ部30c、30dに当接させるようにして取り付けられている。その他の構成及び動作については、上述した実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0037】次に、本願発明による第6の実施の形態を

図面を参照して説明する。図8は、本願発明の第6の実施の形態である電動式パワーステアリング装置600を示す図であり、図8(a)は、図2と同様なその断面図であり、図8(b)は、図8(a)のVIIIB部分の拡大図であり、図8(c)は、図8(a)のVIIC部分の拡大図である。なお、かかる第6の実施の形態についても、上述した実施の形態と異なる点を中心に説明し、共通する部分については説明を省略する。

【0038】図8に示す第6の実施の形態が、上述した実施の形態と異なるのは、ブッシュが配置される位置である。より具体的には、図8(b)、8(c)に示すように、ブッシュ510、520は、軸受8a、8bの外周とハウジング1との間に配置されている。なお、ブッシュ510、520も、網状芯金511、521の全面にゴム512、522を溶着してなる。その他の構成及び動作については、上述した実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0039】以上、実施の形態を参照して本願発明を詳細に説明してきたが、本願発明は上記実施の形態に限定して解釈されるべきでなく、その趣旨を損ねない範囲で適宜変更、改良可能であることはもちろんである。例えば、弾性体として皿ばねやブッシュを例として示したが、これにこだわらず例えばオーリングを直接装着させたもの、あるいは端面部やウォーム軸外径部もしくはハウジング内径部にオーリング装着用溝などを設けて、かつオーリングを該溝に装着したもの等も用いることができる。

【0040】かかる構成をより具体的に図面を用いて説明する。図9は、本願発明の第7の実施の形態である電動式パワーステアリング装置700を示す図であり、図9(a)は、図2と同様なその断面図であり、図9(b)は、図9(a)のIXB部分の拡大図であり、図9(c)は、図9(a)のIXC部分の拡大図である。なお、かかる第7の実施の形態についても、上述した実施の形態と異なる点を中心に説明し、共通する部分については説明を省略する。

【0041】図9に示す第7の実施の形態が、上述した実施の形態と異なる点は、ブッシュと回転軸との間に、弾性体としてのオーリングを配置した点である。より具体的に、その構成を説明する。回転軸730は、右方のフランジ730cの根本と左方のフランジ730dの根本に、図9(b)、9(c)に示すように、周溝730e、730fをそれぞれ形成している。

【0042】周溝730e内には、オーリング701が配置され、周溝730fには、オーリング702が配置されている。軸受8a、8bの内輪と回転軸730との間には、摩擦抵抗の低い金属材料からなるブッシュ710、720がそれぞれ配置されている。

【0043】ブッシュ710、720は、周溝730e、730fに対向するフランジ部710a、720a

を有し、かかるフランジ710a、720aは、軸受8a、8bの内輪とオーリング701、702との間に挟持されている。

【0044】なお、ブッシュ710とフランジ730cとの間のギャップ $\Delta 1$ と、ブッシュ720とフランジ730dとの間のギャップ $\Delta 2$ とは、ボルト部材12により押さえ板11を介して軸受8bを押圧することにより調整される。

【0045】かかる実施の形態によれば、ウォームギヤの歯面間に生ずる衝撃力を、オーリング701、702を撓ませて、回転軸730を軸線方向に移動させることにより緩和させ、それにより叩き音を低減させることができる。なお、回転軸730はブッシュ710、720により、軸受8a、8bに対して軸線方向に移動しやすく保持されている。

【0046】次に、本願発明による第8の実施の形態を図面を参照して説明する。図10は、本願発明の第8の実施の形態である電動式パワーステアリング装置800を示す図であり、図10(a)は、図2と同様なその断面図であり、図10(b)は、図10(a)のX B部分の拡大図である。なお、かかる第8の実施の形態についても、上述した実施の形態と異なる点を中心に説明し、共通する部分については説明を省略する。

【0047】図10に示す第8の実施の形態が、上述した実施の形態と異なるのは、弾性体としてのオーリングが配置される位置である。より具体的には、図10

(a)に示すように、回転軸730における、軸受8a、8bの内輪対向面に周溝830a、830bを形成しており、一方、ハウジング1における、軸受8a、8bの外輪対向面に周溝830c、830dを形成している。更に、周溝830a内には、オーリング801が配置され、周溝830bには、オーリング802が配置され、周溝830c内には、オーリング803が配置され、周溝830dには、オーリング804が配置されている。

【0048】かかる実施の形態によれば、ウォームギヤの歯面間に生ずる衝撃力を、オーリング801、802、803、804を撓ませて、回転軸830を軸線に直交する方向（ウォームホイール13から離隔する方向）に移動させることにより緩和させ、それにより叩き音を低減させることができる。また、かかる実施の形態によれば、回転軸830は軸線方向に剛性が高く保持されるため、ウォーム30aとウォームホイール13との噛み合い位置が変化しないという効果も得られる。なお、回転軸830のオーリング801、802又はハウジング1のオーリング803、804の内、何れか一方を設ければ、かかる効果は十分奏される。

【0049】ところで、車輪から入力される振動等により発生するウォームギヤの歯打音は、ウォーム軸への入力荷重が小さいため、弾性体の剛性は小さい方が歯打音

低減の効果が大きい。また、ウォームの軸線方向変位も小さくてもよい。

【0050】これに対し、モータ側から入力される荷重は比較的大きいため、弾性体の剛性が小さいとウォームの軸線方向変位量が大きくなる。かかる変位量が大きくなると、ウォーム軸と軸受間の摩擦量が増大し、モータの結合スプライン部の摩擦が増大する。さらにモータが回転しても、ウォームが軸線方向に逃げることで、必要な回転がウォームホイールに伝達されず、制御応答性の遅れを招く恐れもある。以下に述べる実施の形態は、かかる問題点を解消するものである。

【0051】図11は、本願発明の第9の実施の形態である電動式パワーステアリング装置900を示す図であり、図11(a)は、図2と同様なその断面図であり、図11(b)は、図11(a)のXIB部分の拡大図である。なお、かかる第9の実施の形態についても、上述した実施の形態と異なる点を中心に説明し、共通する部分については説明を省略する。

【0052】第9の実施の形態が、上述した実施の形態（例えば図9の実施の形態）と異なる点は、弾性体の構成にある。より具体的には、図11に示す実施の形態においては、軸受8aと回転軸930のフランジ930cとの間、及び軸受8bとフランジ930dとの間に、弾性体として弾性部材901、902を介装させている。なお、弾性部材901、902は同一物であって、その配置方向を逆にしているにすぎないので、弾性部材901のみを詳細に説明し、弾性部材902については詳細な説明を省略する。

【0053】図11(b)に示すように、弾性部材901は、回転軸930の外周に嵌合する円筒部材901aと、円筒部材901とは別部材である円板部材901cとを有する。更に、円筒部材901aは、ブッシュ910に当接するフランジ901bを有しており、フランジ901bと円板部材901cとの間を、弾性部901dにより連結してなる。弾性部901dの一部は、円筒部材901aの内面に沿って薄く軸線方向に延在し、円筒部材901aの端部において、軸線方向に厚さの薄い薄厚部901eを形成している。

【0054】なお、組み付けた状態における弾性部材901は、回転軸930のフランジ930cに円板部901cを当接させ、軸受8aにブッシュ910を介して円筒部材901aのフランジ901bを当接させており、軸受8aとフランジ930cとを近接する方向に押圧することにより、弾性部901dに一定の予圧を与えている。組み付けた状態において、フランジ930cと薄厚部901eとの間は、距離L2だけ離隔している。かかる組み付け状態は、弾性部材902において同じである。

【0055】図12は、弾性部材901、902を回転軸930に組み込んで、軸線方向に荷重を与えた場合の

変位量を示す特性図である。図において、変位量及び荷重が負の場合は、回転軸930が左方に向かう力を受け、左方に変位したことを示し、変位量及び荷重が正の場合は、回転軸930が右方に向かう力を受け、右方に変位したことを示す。説明の都合上、回転軸930は左方に変位するものとする。

【0056】図において明らかなように、変位量がL2を超えると荷重が極端に上昇する。この理由は、変位量がL2までは、弾性部材901の弾性部901dのみが弾性変形するようになっているが、変位量L2を超えると、薄厚部901eがフランジ930cに当接し、それにより単位変位量に対する荷重が急激に増加するためである。即ち、弾性部材901、902は2段階の弾性係数を有する。

【0057】本実施の形態において、不図示の車輪から入力される振動等に基づき、回転軸930へ入力された荷重は比較的小さいため、図12に示す領域Sの範囲で回転軸930へ軸線方向に変位するに過ぎない。従って、かかる状態では、弾性部材901(902)の薄厚部901eは、フランジ930cに当接しないため、弾性部材901の剛性は小さく、歯打音低減の効果が大きい。

【0058】これに対し、モータ側から入力される荷重が大きくて、回転軸930の変位量がL2を超えると、薄厚部901eがフランジ930cに当接し、それ以上の回転軸930の変位を抑えようとする。従って、回転軸930の変位を抑えることにより、ウォーム軸と軸受間の摩擦量や、モータの結合スプライン部の摩擦を抑えることができる。また、ウォームが軸線方向に逃げることを防止して、制御応答性を向上させることもできる。

【0059】図13は、本願発明の第10の実施の形態である電動式パワーステアリング装置1000を示す図であり、図13(a)は、図2と同様なその断面図であり、図13(b)は、図13(a)のXIIIB部分の拡大図である。なお、かかる第10の実施の形態についても、上述した実施の形態と異なる点を中心に説明し、共通する部分については説明を省略する。

【0060】第10の実施の形態が、第9の実施の形態と異なる点は、弾性体の構成にある。図13に示すように、第10の実施の形態においては、第9の実施の形態と同様に、軸受8aと回転軸1030のフランジ1030cとの間、及び軸受8bとフランジ1030dとの間に、弾性体として弾性部材1001、1002を介装させている。しかしながら、その構成は以下に述べるように第9の実施の形態と異なっている。なお、弾性部材1001、1002は同一物であって、その配置方向を逆にしているにすぎないので、弾性部材1001のみを詳細に説明し、弾性部材1002については詳細な説明を省略する。

【0061】図13(a)に示すように、回転軸103

0は、フランジ部1030cに隣接して大径部1030eを形成し、フランジ部1030dに隣接して大径部1030fを形成している。

【0062】図13(b)において、弾性部材1001は、回転軸1030の外周に配置された小径孔円板部1001aと、大径部1030eの外周に配置された大径孔円板部1001bとを有する。両円板部1001a、1001bの間を、弾性部1001cにより連結してなる。弾性部1001cの一部は、小径孔円板部1001aの側面に沿って薄く半径方向に延在し、小径孔円板部1001aと、大径部1030eとの間に厚さの薄い薄厚部1001dを形成している。

【0063】なお、組み付けた状態における弾性部材1001は、回転軸1030のフランジ1030cに大径孔円板部1001bを当接させ、軸受8aにブッシュ1010を介して小径孔円板部1001aを当接させており、軸受8aとフランジ1030cとを近接する方向に押圧することにより、弾性部1001cに一定の予圧を与えている。組み付けた状態において、フランジ1030cと薄厚部1001dとの間は、距離L3だけ離隔している。かかる組み付け状態は、弾性部材1002において同じである。

【0064】第9の実施の形態と同様に、回転軸1030の変位量がL3までは、弾性部材1001の弾性部1001cのみが弾性変形するようになっているが、変位量L3を超えると、薄厚部1001dが大径部1030eに当接し、それにより単位変位量に対する荷重が急激に増加する。即ち、弾性部材1001、1002も2段階の弾性係数を有する。

【0065】本実施の形態において、不図示の車輪から入力される振動等に基づき、回転軸1030へ入力された荷重は比較的小さいため、かかる状態では、弾性部材1001(1002)の薄厚部1001dは、大径部1030eに当接しないため、弾性部材1001の剛性は小さく、歯打音低減の効果が大きい。

【0066】これに対し、モータ側から入力される荷重が大きくて、回転軸1030の変位量がL3を超えると、薄厚部1001dが大径部1030eに当接し、それ以上の回転軸1030の変位を抑えようとする。従って、回転軸1030の変位を抑えることにより、ウォーム軸と軸受間の摩擦量や、モータの結合スプライン部の摩擦を抑えることができる。また、ウォームが軸線方向に逃げることを防止して、制御応答性を向上させることもできる。

【0067】加えて、本実施の形態によれば、図13(b)に示すように、弾性部材1001(1002)の小径孔円板部1001aの有する孔は、大径部1030eの外径より小径であるので、これを回転軸1030の大径部1030eの外周に組み込むことは不可能となっている。従って、かかる構成により、弾性部材100

1、1002の組込方向を誤って回転軸1030の外周に配置する、いわゆる誤組を防止することができ、それにより組み立て性の向上を図ることができる。

【0068】

【発明の効果】以上述べたように、本願発明の電動式パワーステアリング装置によれば、ウォームとウォームホイールの歯面同士が当接したときには、弾性体を変形させることによりハウジングに対して回転軸を軸線方向及び半径方向の少なくとも一方の方向に移動させるようになっているので、歯面同士の衝突を緩和し、それにより歯面の叩き音を減少させることができる。また、かかる構成により、バックラッシュの許容されるバラツキの程度が緩和され、加工精度や組み合わせるべきギヤの選定等における製造上の管理が容易となって、コスト低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明の第1の実施の形態である電動式パワーステアリング装置100の軸線方向一部断面図である。

【図2】図1の電動式パワーステアリング装置を、II-II線に沿って切断して示す断面図である。

【図3】本願発明の第2の実施の形態である電動式パワーステアリング装置200の、図2と同様な断面図である。

【図4】本願発明の第3の実施の形態である電動式パワーステアリング装置300の、図2と同様な断面図である。

【図5】本願発明の第4の実施の形態である電動式パワーステアリング装置400を示す図であり、図5(a)は、図2と同様なその断面図であり、図5(b)は、図5(a)のVB部分の拡大図であり、図5(c)は、図5(a)のVC部分の拡大図である。

【図6】本願発明の第5の実施の形態である電動式パワーステアリング装置500を示す図であり、図6(a)は、図2と同様なその断面図であり、図6(b)は、図6(a)のVIB部分の拡大図であり、図6(c)は、図6(a)のVIC部分の拡大図である。

【図7】図6のブッシュの斜視図である。

【図8】本願発明の第6の実施の形態である電動式パワーステアリング装置600を示す図であり、図8(a)は、図2と同様なその断面図であり、図8(b)は、図8(a)のVIIIB部分の拡大図であり、図8(c)は、図8(a)のVIIC部分の拡大図である。

【図9】本願発明の第7の実施の形態である電動式パワーステアリング装置700を示す図であり、図9(a)は、図2と同様なその断面図であり、図9(b)は、図9(a)のIXB部分の拡大図であり、図9(c)は、図9(a)のIXC部分の拡大図である。

【図10】本願発明の第8の実施の形態である電動式パワーステアリング装置800を示す図であり、図10

13

14

(a) は、図2と同様なその断面図であり、図10
(b) は、図10(a)のXB部分の拡大図である。

【図11】本願発明の第9の実施の形態である電動式パ
ワーステアリング装置900を示す図であり、図11

(a) は、図2と同様なその断面図であり、図11

(b) は、図11(a)のXIB部分の拡大図である。

【図12】弾性部材901、902を回転軸930に組
み込んで、軸線方向に荷重を与えた場合の変位量を示す
特性図である。

【図13】本願発明の第10の実施の形態である電動式
パワーステアリング装置1000を示す図であり、図1

3(a) は、図2と同様なその断面図であり、図13

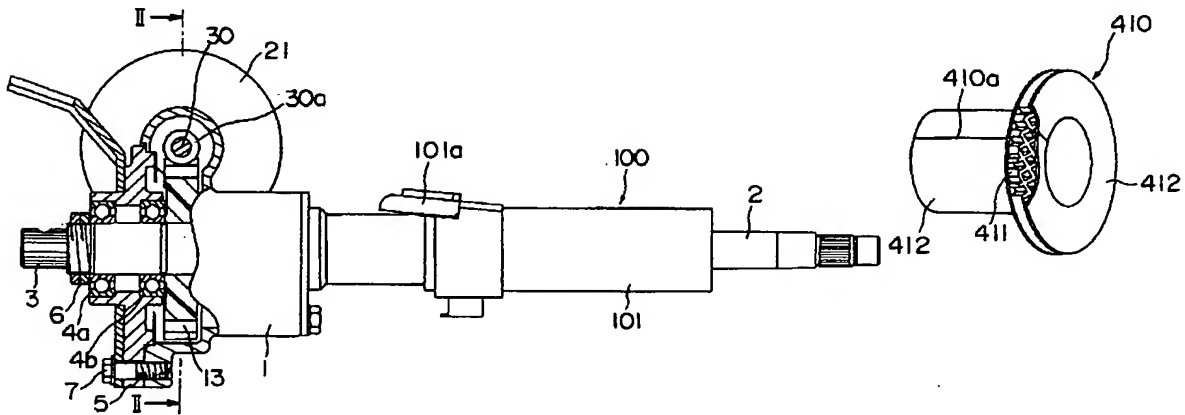
(b) は、図13(a)のXIIIB部分の拡大図であ
る。

【符号の説明】

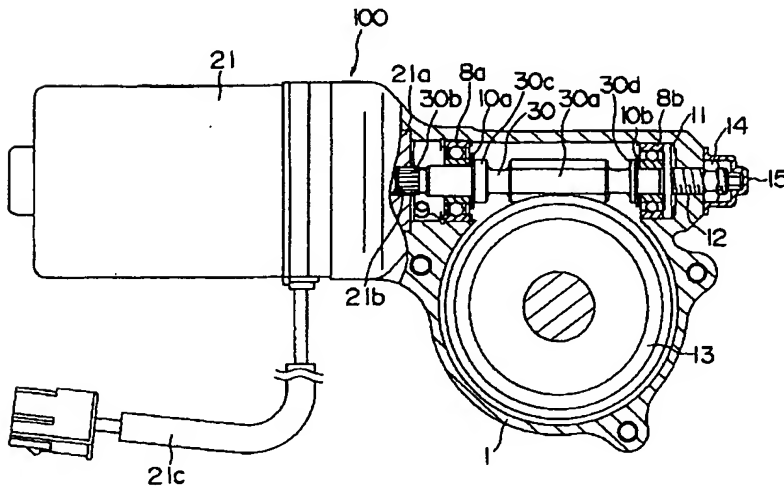
- 1…………ハウジング
- 2…………入力軸
- 3…………出力軸
- 5…………軸受ホルダ
- 6…………ロックナット
- 10a、10b、110a、110b、210a、210b…………皿ばね
- 13…………ウォームホイール
- 21…………電動モータ
- 30、730、830、930…………回転軸
- 30a…………ウォーム
- 30c、30d、130c、730c、730d、830c、830d、930c、930d…………フ
ランジ部
- 310、321、410、420、510、520、710、720、910…………ブッシュ
- 701、702、801、802、803、804…………Oリング
- 901…………弾性部材

【図1】

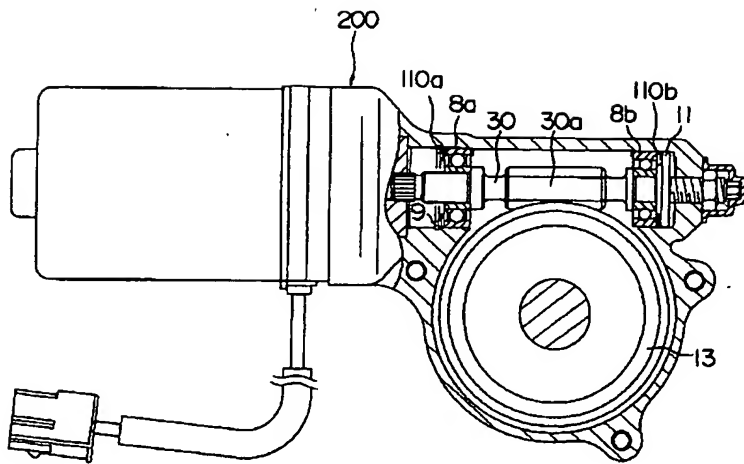
【図7】



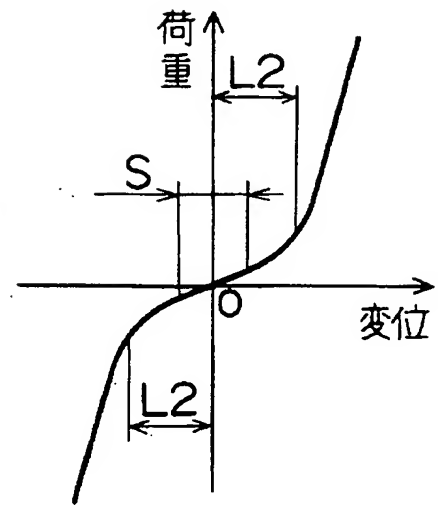
【図2】



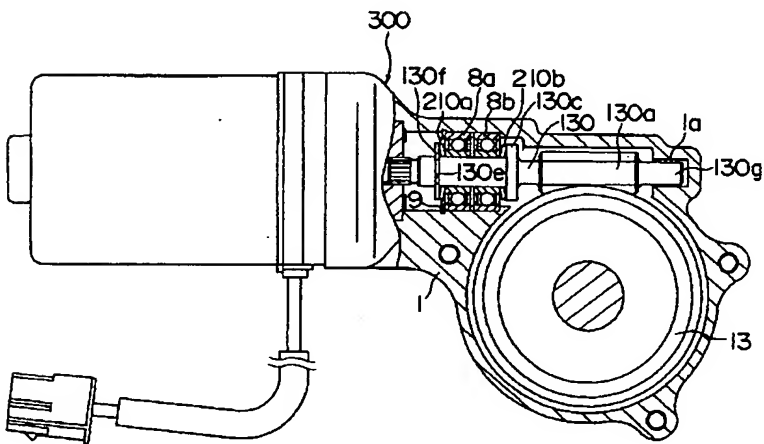
【図 3】



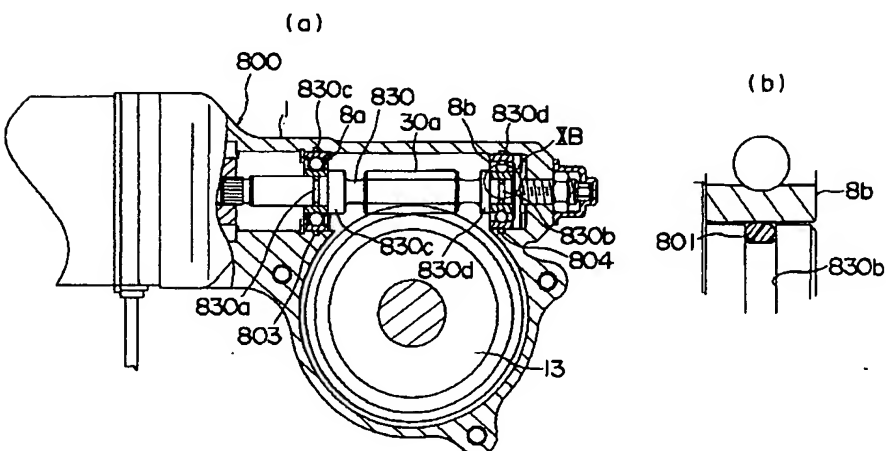
【図 12】



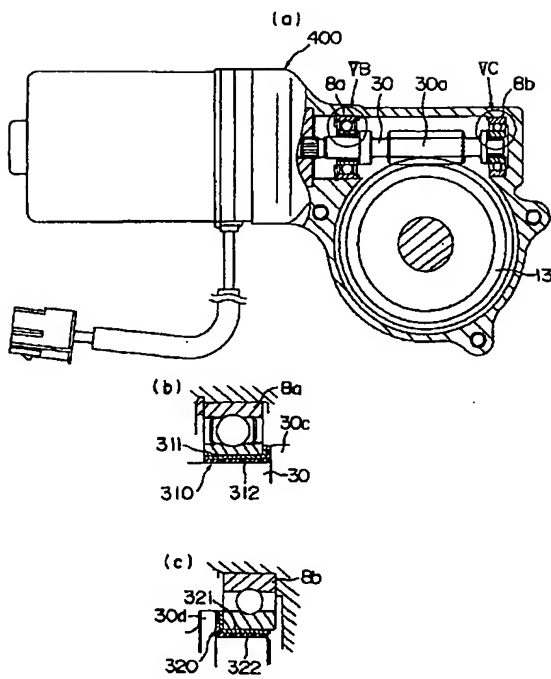
【図 4】



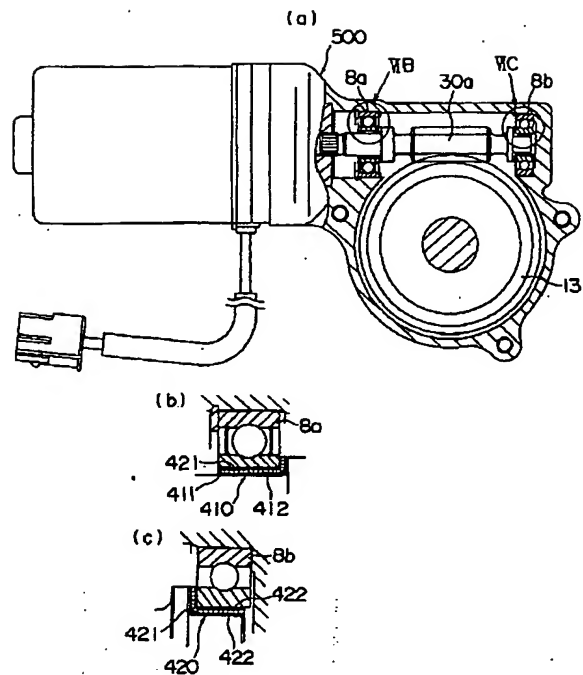
【図 10】



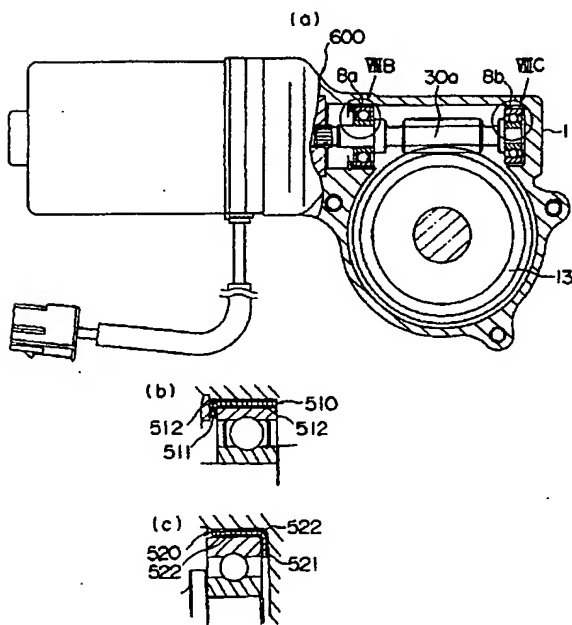
【図5】



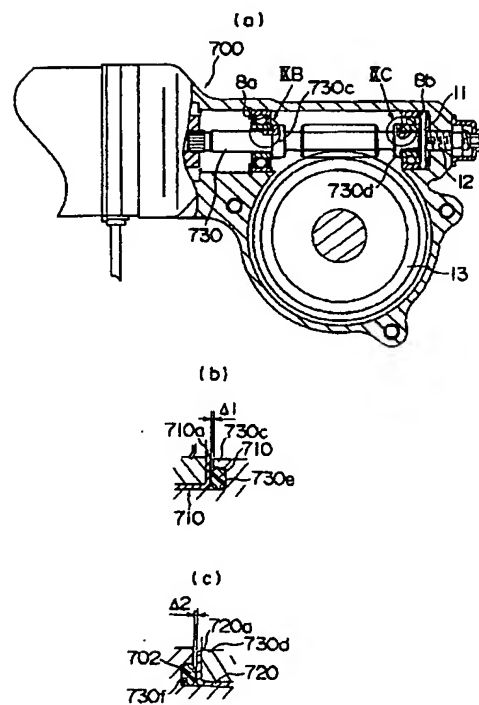
【図6】



【図8】

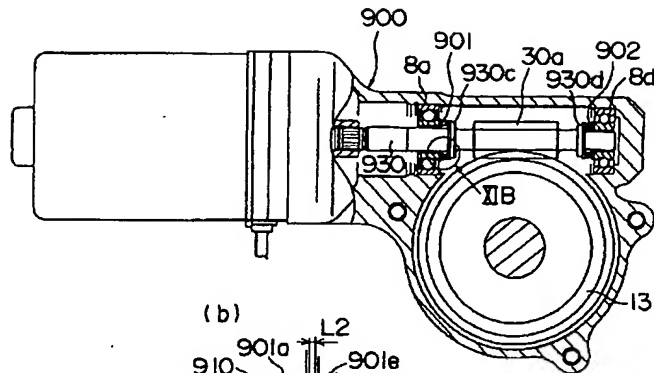


【図9】

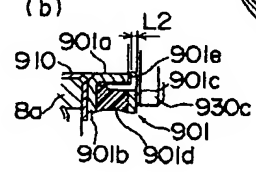


【図 11】

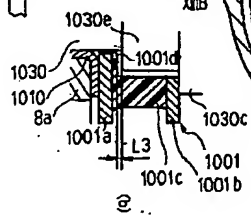
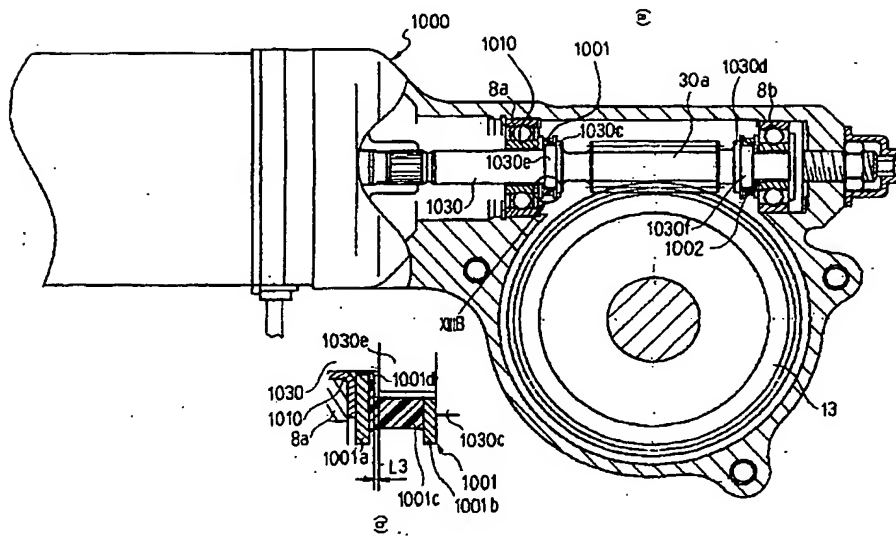
(a)



(b)



【図 13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.